

Título del trabajo/ Title of paper

Cómo hemos pasado de 20 fotometrías para una luminaria con lampara tradicional a más de 50000 fotometrías para una luminaria led. Realización de ensayos y gestión de la información.

Autor/es/ Author/s

Jesus Sanchez Pando, Fernando Rodríguez Merino

Empresa/s Company/s

LCOE, Universidad Valladolid

Dirección principal/ Mail address

Teléfono, fax, e-mail de la persona de contacto/
Phone, fax number and e-mail address of the contact person

Tema:

En el año 2010 se empezó a utilizar de forma masiva en España los leds para el alumbrado de calles, parques, carreteras y tuneles, llegando hasta nuestros días en los que ya toda obra nueva y toda reforma de infraestructuras existente se realiza con la tecnología led. Esta ofrece varias ventajas frente a las lámparas de sodio baja presión, sodio alta presión o halogenuros metálicos que se utilizaban anteriormente y que no son el objetivo de esta ponencia.

Este cambio de tecnología trajo implícito cambios en como debía hacerse los proyectos de alumbrado, como debía considerarse los factores de mantenimiento, como debían prepararse las ofertas y los pliegos de condiciones de los proyectos, etc. Todos estos cambios fueron realizados poco a poco a lo largo del tiempo ya que la incorporación de una tecnología disruptiva implica un tiempo en el que todos los actores del negocio: fabricantes de luminarias, laboratorios de medición y certificación, clientes, prescriptores, usuarios de las vías públicas,... fueran conociendo la tecnología, sus posibilidades, sus virtudes, sus flaquezas, etc.

En esta ponencia nos vamos a centrar únicamente en el aspecto relacionado con las "fotometrías". Elementos fundamentales en el proceso de venta de proyectos de alumbrado y muy ligadas con la validación de los mismos. De todos es sabido que no se puede vender un proyecto de alumbrado sin una simulación mediante cualquiera de los programas informáticos disponibles en el mercado que determine parámetros finales de la instalación como son: los niveles (luminancias e iluminancias), las uniformidades (generales o longitudinales), el deslumbramiento, etc.

Hemos de diferenciar en este punto entre fotometría y fichero fotométrico. Cualquiera que haya trabajado directamente en un laboratorio lo entiende perfectamente, pero cuando estás en otros niveles de las organizaciones esta diferencia puede no ser tan evidente.

El fichero fotométrico es el fichero que nos genera el fotogoniómetro directamente en bruto sin ningún tipo de procesado cuando se mide una luminaria.

La fotometría es el fichero que se puede encontrar en los paquetes que distribuyen las diferentes empresas de alumbrado para que los clientes, o ellos mismos, puedan realizar y verificar los proyectos de alumbrado.

Para pasar del primero al segundo suele haber varios procesos que se han de realizar de tal forma que se puedan utilizar de forma estandarizada en los proyectos.

En primer lugar tenemos todos aquellos que implicar a las imperfecciones del sistema de medida tales como: pequeñas asimetrías, desviaciones en la inclinación u orientación,... Estos se deben al propio proceso de colocación y centrado de las luminarias en los fotogoniómetros. Hemos de destacar que en el caso ideal estos ajustes no deberían realizarse.

Luego, y dependiendo de como se quiera dar la fotometría final si en valor de flujo total emitido o en función de flujo de la fuente lumínica más el rendimiento del sistema óptico, se han de realizar algunos cálculos además de añadir aspectos como el consumo total de la luminaria ensayada.

Por último queda editar la cabeza del fichero fotométrico para añadir aspectos comerciales como el nombre de la empresa, el modelo de luminarias, características, color de la fuente de luz,.....

En el caso de luminarias con lámparas tradicionales normalmente se tenía del orden de 1800 combinaciones de parámetros dentro de una familia de luminarias que podía generar ficheros fotométricos diferentes. A saber, suponemos una familia con tres tamaños de luminarias, Dos tipos de cierre (vidrio plano y vidrio curvo), dos tecnologías de lámpara (sodio alta presión y halogenuro metálico), cinco potencias de lámpara (50w, 70w, 100w, 150w y 250w), 3 posibles reglajes verticales del portalámparas dentro de reflector y 5 reglajes horizontales, y 2 opciones de reflector distintos.

Todas las posibles combinaciones de estos parámetros implicaban aproximadamente 1800 opciones. Pero en este caso había muchas opciones que eran imposibles

fisicamente, la lámpara de 250 W no cabía dentro del reflector de tamaño pequeño de luminaria de la familia, o en algunos casos las posiciones de reglaje implicaba que la lámpara tocara contra el vidrio de cierre. Por otro lado, había implicaciones operacionales, nadie iba a comprar el tamaño grande de luminaria para poner una lámpara de 50 W. Y por último de calidad de los resultados fotométricos, los reflectores se diseñaban para un tipo de lámpara. En el resultado final influía mucho la longitud del tubo de descarga de la lámpara o su descentrado respecto a la posición del foco del reflector. Todos estos factores hacían que solo un número muy reducido de las fotometrías tuvieran un valor real. Podemos estimar que en una familia con la indicada anteriormente no se utilizaban más de 30 fotometrías en total. Esto es un ratio de 1,6%.

Por otro lado implicaba que, aunque se simularán mediante los programas informáticos todas las posibles combinaciones, solo se hacían las mediciones reales en el laboratorio de este grupo reducido y solo se obtenían ficheros fotométricos certificados de estas combinaciones.



Figura 1. Ejemplo obtenido de la red de una luminaria de alumbrado público con lámpara tradicional y reflector.

Si analizamos ahora una familia de alumbrado público con tecnología LED que conste de tres tamaños observamos una cosa completamente diferente.

Para cada uno de los tamaños tenemos 5 posibles números de led dentro de la luminaria. A esto hemos de sumar que, debido a la naturaleza electrónica de una luminaria led, podemos modificar la corriente de alimentación de los mismos de forma muy precisa. Si suponemos que trabajamos con un rango de corrientes entre los 200 mA y los 1000 mA y con saltos de 10 mA tendríamos unas 80 configuraciones de corriente. El siguiente aspecto a analizar es el color de los leds, ahora mismo hay disponible desde los 1800 K hasta los 10000 K, pero si nos centramos en alumbrado público podríamos considerar los siguientes: 1800K, 2200K, 2700K, 3000K, 3500K y 4000K. Es decir 6 opciones. Pero esto no acaba aquí en lo referente a la fuente lumínica, tenemos CRI>70, CRI>80 y CRI>90.

El siguiente elemento a analizar es el sistema óptico. Ya sea que la luminaria trabaje con lentes o con reflectores, podríamos decir que una luminaria puede montar del orden de 14 sistemas ópticos diferentes, por ejemplo: para autopistas, para zonas peatonales, gran distancia entre postes, asimétricas para pasos de cebra, calles anchas, calles estrechas,...

En el caso que no se considere diferentes cierres, que sí podrían existir: cubas antivandálicas, vidrios de alta transmitancia,...., solo con lo indicado anteriormente tendríamos 302400 posibles fotometrías.

A diferencia de lo que ocurría en el caso de las luminarias con lámpara tradicional, aquí todos los sistemas ópticos están optimizados para el tipo de led utilizado, no hay problemas mecánicos de interferencia física. Es decir, todas las opciones son viables y con un resultado interesante para el cliente.

Este mayor número de opciones disponibles se ha retroalimentado con aspectos de una mayor eficiencia del alumbrado público, no desperdiciar luz enviandola a zonas que no se quieren iluminar, no consumir más energía ofreciendo el nivel lumínico justo mediante la adaptación de la corriente de alimentación de los leds y el número de ellos dentro de la luminaria.

La conclusión final es que tenemos una familia de luminarias que tienen 302400 opciones interesantes para los clientes.

El tiempo medio para obtener un fichero fotométrico, en un laboratorio muy especializado y optimizado podría rondar los 45 minutos. Esto implicaría 226800 horas de trabajo obtener todos los fichero fotométricos, o lo que es lo mismo casi 26 años trabajando 24/7. Es decir, pensar en trabajar como se había estado haciendo como hasta ahora con las lámparas tradicionales es impensable.

Las posibilidad disponibles son: decirles a los clientes que, aunque tecnológicamente se puede hacer, se reduce la opcionalidad sacrificando la eficiencia energética al solo dar tres opciones de potencia de consumo y 3 posibles ópticas, con un número de leds fijo por tamaño de luminaria y solo dos colores de fuente lumínica. O se desarrollan los ensayos fotométricos de otra forma, no por fuerza bruta, que nos permitan obtener los mismos resultados de una forma inteligente partiendo de la base de que de un mismo fichero fotométrico se pueden obtener varias fotometrias.

En el año 2020 el laboratorio Central Oficial de Electrotécnia en colaboración con uno de sus clientes realizó un estudio de cual eran los parámetros que influían en los ficheros fotométricos, de tal manera, que al identificar a estos se podría saber que ficheros fotométricos se podían compartir para reducir al maximo el número de ensayos a realizar.

La familia de luminarias utilizada disponía de tres tamaños y en cada tamaño se disponía versiones con diferentes número de leds

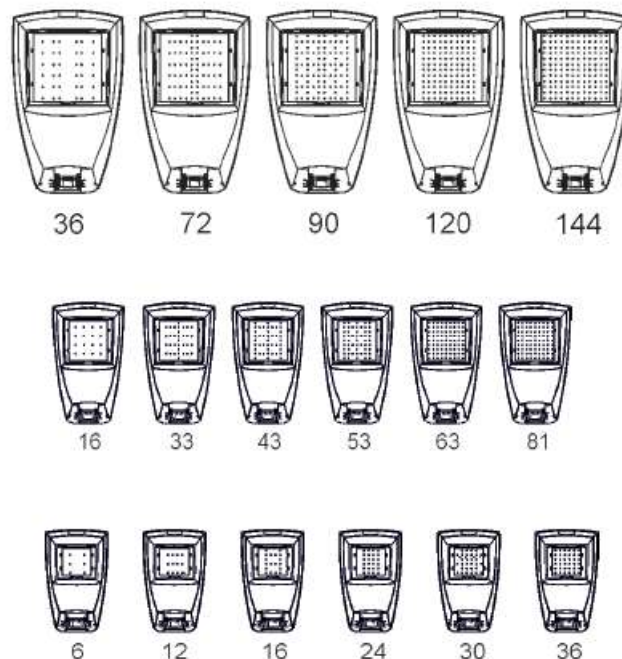


Figura 2. Opciones de tamaños y números de leds disponibles para la familia

De igual manera, todas las versiones podías montar diferentes sistemas ópticos además de convinaciones de ellos en diferente proporción en función de la fotometría requerida por el cliente.

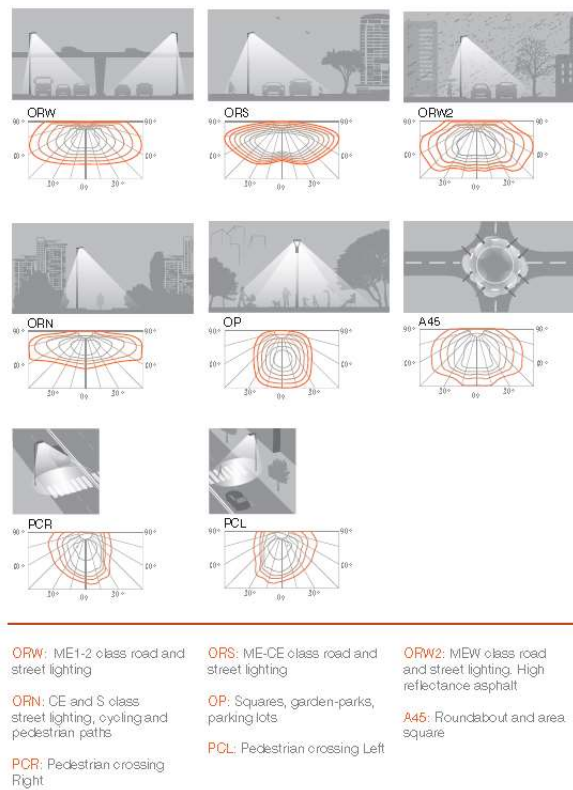


Figura 3. Ejemplo de las posibles ópticas que podía montar la familia de luminarias.

Esta familia de luminarias montaba en el momento del estudio leds de entre 2200K y 5000K (2200K, 3500K, 4000K y 5000K) a los cuales se les ha añadido el 1800K recientemente.

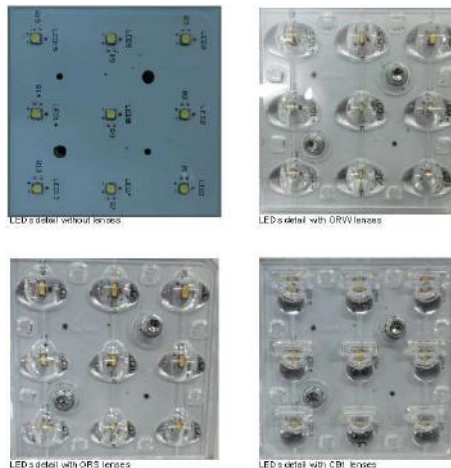


Figura 4. Ejemplo de las ópticas montadas para el ensayo.

La modificación de la corriente de alimentación de los leds permitía ajustar el flujo de la fuente lumínica en rangos de 500 lm y/o 250 lm en función del flujo final de la misma.

En este caso se trabajaba con fotometrías relativas al flujo de la fuente lumínica, siguiendo la metodología de las luminarias de lámpara tradicional.

Por otro lado, es importante destacar que el flujo de la fuente lumínica es el que los leds aportaban una vez estabilizados en temperatura dentro de la luminaria. En ningún caso se utilizaban valores estandar aportados por el fabricante de los leds a temperaturas a 25°C o a 85°C de temperatura de unión o de soldadura.

LED	COOL WHITE MIN/MAX LUMEN	NEUTRAL WHITE MIN/MAX LUMEN	WARM WHITE MIN/MAX LUMEN	SYSTEM POWER (W) MIN/MAX	L80B10 LIGHT SOURCE (HRS) MAX/MIN	DRIVER LIFETIME (HRS)
NAICA Small DOR-40						
6	800-2375	750-2250	600-1800	6-19	355-235	100
12	1300-3725	1250-3500	1000-2800	10-26	358-199	100
18	2000-6000	2000-5500	1600-4500	14-41	340-163	100
24	2500-10000	2500-9500	2000-7500	17-78	301-82	100
30	5000-12000	4500-11500	3500-9000	32-96	267-78	100
36	6000-15000	5500-14000	4500-11000	36-115	236-68	100
NAICA Medium DOR-41						
16	1850-5050	1750-4750	1400-3800	13-39	364-202	100
33	3750-10500	3500-10000	2800-8000	23-72	334-146	100
43	4500-14000	4250-13000	3500-10500	28-94	320-130	100
53	6000-17000	5500-16000	4500-13000	36-116	302-112	100
63	7000-20000	6500-19000	5000-15000	44-137	286-96	100
81	8500-24000	8000-22500	6500-18000	52-159	281-92	100
NAICA Large DOR-42						
36	4250-11500	4000-11000	3250-8750	26-78	390-234	100
72	6500-23500	6000-22000	4800-17500	44-157	312-119	100
96	7500-32000	7000-30000	5500-24000	42-223	312-97	100
120	9500-39000	9000-37000	7000-29500	56-271	313-69	100
144	16000-47500	15000-46000	12000-36000	90-332	264-55	100

Figura 4. Tablas de rangos de flujo de la fuente luminosa en condiciones de trabajo de la luminaria, consumo y horas de vida, para los tres tamaños de luminaria.

La primera parte del estudio consistió en evaluar si la forma de la fotometría de todas y cada una de las lentes posibles se veía afectada por el tamaño de la luminaria. El análisis de las fotometrías demostró que para todas las ópticas el tamaño de la luminaria no afectaba.

La segunda parte fue analizar si el número de leds dentro de cada tamaño de luminaria y tipo de óptica afectaba a la forma de la fotometría. Esto se analizó porque los leds de la parte central de la luminaria están más alejados del borde metálico y su ángulo de salida es más alto. Este parte del estudio no mostro diferencias significativas para los diferentes números de leds para todos las ópticas y todos los tamaños de luminarias.

Posteriormente, se utilizó el modelo pequeño de luminaria para estudiar si la corriente de alimentación de los leds, es decir, la temperatura que alcanzaban los leds trabajando y el resto de elementos de la luminaria, afectaba a la fotometría final. Para ello se midió la fotometría a la corriente más baja y a la corriente más alta. Se observó que esta no se veía afectada por la posible dilatación térmica de los elementos de las luminarias.

La última parte del estudio consistió en evaluar si el color de los leds y su valor de CRI afectaba a la forma de la fotometría y o al rendimiento total del sistema ópticos. Para ello se hicieron fotometrías con todas las ópticas y todos las opciones de color. En este punto es importante destacar que el tipo de leds (modelo-fabricante: 219F-Nichia) era el mismo para todos los colores disponibles. En este punto tampoco se detectaron diferencias significativas en la forma de las fotometrías y/o en el rendimiento del sistema óptico.

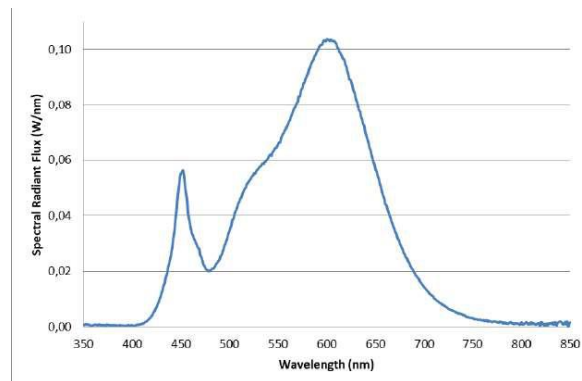


Figura 5. Ejemplo del espectro lumínico de los leds medido. 4000K

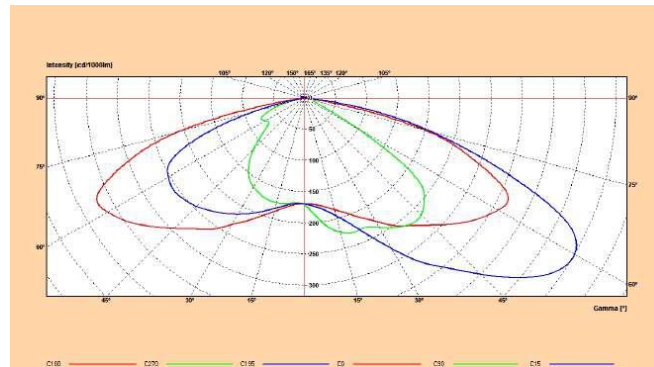


Figura 6. Ejemplo de la fotometría de la lente ORW medida.

Analizados todos estos puntos se observó que ni el tamaño de la luminaria, el número de leds, la corriente de alimentación o el color de los leds influía en la forma de la fotometría o el rendimiento del sistema óptico.

La no influencia de estos parámetros significaba que el mismo fichero fotométrico podía utilizarse para generar las fotometrías de la misma óptica pero con diferente número de leds, diferente tamaño de luminaria, diferente color de la luz emitida y diferente corriente de alimentación. El único elemento que influía en la forma de la forma de la fotometría y/o el rendimiento era el propio sistema óptico utilizado.

Este estudio implicó la realización de menos de 100 ensayos fotométricos frente a los 203400 planificados originalmente lo cual implicó un ahorro considerable en tiempo y recursos.

Para determinar cual era el flujo y el consumo de todas las luminarias se realizó otra serie de ensayos térmicos y de consumo que no son motivo de discusión de esta ponencia.

El estudio sistemático de los elementos a ensayar y el análisis correcto de las luminarias, unido a un conocimiento exhaustivo de los procesos de ensayo permite hacer un uso racional de los recursos disponibles.

XLIX Simposium Nacional de Alumbrado

Huesca, 10 al 12 de Mayo del 2023

Ponencia



Con el fin de mantener una misma identidad gráfica en el soporte digital, memoria USB, que se va a editar con motivo del Simposium Nacional de Alumbrado, les rogamos mantengan los márgenes de página, así como los estilos y tamaños de letra que ya vienen preestablecidos en esta plantilla. Así mismo, los datos, la clasificación y el contenido tienen que mantenerse acorde con el abstract aprobado.

Una vez tengan el proyecto finalizado, nos lo deberán enviar por correo electrónico a la dirección cei.secretaria@ceisp.com

Please, write your papers in word format in the attached pattern.

We beg you to follow the format of the papers established in this pattern related to margins, type and size of letters, in order to make a pen drive edition without differences among the papers edited. Likewise, the data, classification and content must be kept in line with the approved abstract.

Once you have written your paper please send it by e-mail to:

cei.secretaria@ceisp.com